

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Институт экологической и пищевой биотехнологии

БИОГЕОСИСТЕМНАЯ ЭКОЛОГИЯ

Методические указания для практических занятий



Новосибирск, 2025

УДК 574:502.211 (07)
ББК 20.1:28.080.7, я7
Б 63

Кафедра Экологии

Составитель д-р биол. наук, доцент *Е.А. Новиков*

Рецензент канд. биол. наук, доцент *Д.В. Кропачев*

Биогеосистемная экология: методические указания для практических занятий / Новосибирский государственный аграрный университет; Институт экологической и пищевой биотехнологии; составитель: Е.А. Новиков. – Новосибирск. – 2025. – 24 с.

Методические указания составлены в соответствии с требованиями федеральных образовательных стандартов ВО и рабочими программами дисциплины «Биогеосистемная экология» и включают в себя материалы, необходимые для подготовки и проведения семинарских (практических) занятий по указанному учебному курсу.

Методические указания предназначены для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 06.03.01 – Биология.

Утверждены и рекомендованы к изданию учебно-методическим советом Института экологической и пищевой биотехнологии (протокол №2 от 19 февраля 2025 г.).

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Биогеосистемная экология» предназначена для углубленного изучения закономерностей функционирования биоценозов как структурных субъединиц биосферы. Основной целью дисциплины является развитие у будущих специалистов умения оценивать экологическое состояние окружающей среды и проводить необходимые природоохранные мероприятия.

Исходя из цели в процессе изучения дисциплины решаются следующие задачи:

- формирование навыков и умений по следующим направлениям деятельности: строение биосферы и закономерности функционирования биоценозов, структура и взаимодействия между различными элементами ландшафтов; глобальные проблемы окружающей среды, рациональное природопользование, антропогенное воздействие на экосистемы;
- изучение экологических принципов рационального использования природных ресурсов и охраны природы;
- овладение основными методами оценки экологического состояния экосистем и построения долгосрочных прогнозов их изменений.

В результате изучения дисциплины студент должен:

- **знать:** значение экологических законов в естественных и искусственных экосистемах; элементный состав воздушной среды, воды, почвы, недр; критерии методы оценки продуктивности экосистем, экологические особенности различных биомов, основные принципы рационального использования природных ресурсов и охраны природы;
- **уметь:** использовать полученные знания для оценки последствий глобальных климатических процессов и антропогенного воздействия на окружающую природную среду; планировать и осуществлять мероприятия по охране окружающей среды; вычленять предметную область дисциплины; формулировать проблемы, вопросы; представлять, описывать результаты, выдвигать гипотезы о причинах возникновения той или иной ситуации, о путях ее развития и последствиях;

оценивать признаки, параметры, характеристики различных социально-экологических ситуаций; проводить экологическую оценку природной зоны;

- **владеть:** методами экологических исследований, необходимых для работы на предприятиях различного направления; умением логически встраивать знания дисциплины в профессиональную деятельность, связанную с сельским хозяйством, охраной окружающей среды; правилами ведения документации о наблюдениях за факторами окружающей среды.

Курс «Биогеосистемная экология» опирается на такие дисциплины как «Экология», «Зоогеография», «Прикладная экология» и является основой для последующего изучения дисциплин «Нормативно-правовые основы природопользования», «Биотестирование и методы полевых исследований», «Экологическая безопасность окружающей среды».

1. ФИЗИЧЕСКИЕ И КИБЕРНЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЖИВЫХ СИСТЕМ

Цель. Ознакомиться с основными закономерностями функционирования живых систем, формулируемых в терминах физики, химии и кибернетики.

Вопросы:

1. Начала термодинамики.
2. Самопроизвольные процессы. Энтропия и негэнтропия.
3. Внутренняя энергия химических связей. Автокатализ.
4. Жизнь как проявление феномена самоорганизации.
5. Положительная и отрицательная обратная связь.
6. Равновесные и неравновесные состояния, аттракторы.

Основные понятия: Энтропия, негэнтропия, информация, порядок, хаос, равновесное состояние, самоорганизация, диссипация, фазовое пространство, аттрактор, катализ, бифуркация, стационарные и нестационарные состояния системы. Обратная связь.

Понимание общих принципов функционирования биосферы требует знания начал термодинамики, постулирующих законы сохранения и трансформации энергии, канализированности термодинамических процессов в замкнутых системах, идущих в сторону увеличения энтропии.

Первое начало (закон сохранения энергии): изменение внутренней энергии закрытой системы равно сумме работы и теплоты.

Второе начало (принцип Карно): все самопроизвольные процессы идут с увеличением энтропии.

Процессы самоорганизации, сопровождающиеся увеличением негэнтропии системы, являются альтернативой состоянию хаоса, приводящего к «тепловой смерти вселенной». С точки зрения термодинамики жизнь в земном понимании представляет собой процесс синтеза макромолекул на основе информации об их

структуре, содержащейся в других молекулах. Энергия для этого процесса черпается из окружающей среды – за счет высвобождения энергии химических связей при окислении молекул – субстратов. Наличие матричного синтеза требует непрерывного считывания информации, в ходе которого происходят ошибки копирования. Частота этих ошибок повышается в нестационарных условиях – при изменении состояния окружающей среды.

Взаимодействие с окружающей средой осуществляется на основе обмена информацией. Информационное воздействие на систему включает каскад положительных или отрицательных обратных связей повышающих внутреннюю энергию системы. В результате, система либо возвращается в состояние равновесия, либо переходит на более высокий энергетический уровень, либо разрушается.

Положительная обратная связь – воздействие объекта на источник сигнала, приводящее к усилению сигнала. При наличии нескольких каскадов приводит к значительному усилению исходно слабого сигнала.

Отрицательная обратная связь – воздействие объекта на источник сигнала, приводящее к затуханию сигнала. При наличии запаздывающего ответа ведет к генерации циклических изменений состояния объекта.

Итогом процесса самоорганизации является непрерывный рост негэнтропии (упорядоченности живых структур).

Темы докладов:

1. Порядок и хаос как философские категории.
2. Самоорганизация в неживой природе и ее механизмы.
3. Примеры неравновесных процессов в физике и химии.
4. Колебания и колебательные контуры.
5. Кибернетика – наука об управлении системами.
6. Положительные и отрицательные обратные связи.
7. Устойчивость системы. Упругость. Траектории состояния системы. Аттракторы.
8. Бифуркации и гистерезис.

Рекомендуемая литература

1. *Пригожин, И.* Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой / И. Пригожин, И. Стенгерс // Москва: Прогресс. – 1986. – Т. 432. – С. 3.
2. *Шноль, С.Э.* Физико-химические факторы биологической эволюции. – Наука, 1979.
3. *Шрёдингер, Э.* Что такое жизнь с точки зрения физики? – Римис, 2009.
4. *Брода, Э.* Эволюция биоэнергетических процессов. – 1978.
5. *Винер, Н.* Кибернетика, или управление и связь в животном и машине. – 1983.

2. БИОСФЕРА И ЕЕ КОМПОНЕНТЫ

Цель. Ознакомиться с основными компонентами биосферы, их эволюцией, взаимодействиями и значением для жизни.

Вопросы:

1. Происхождение жизни.
2. Жизнь как информационно-энергетический процесс.
3. Возникновение и эволюция биосферы.
4. Структура и функционирование современной биосферы.
5. Границы биосферы на море и на суше.

Жизнь: совокупность физических и химических процессов, направленных на воспроизводство системы с сохранением и усложнением ее свойств за счет внешних источников энергии. Все живые системы снижают собственную энтропию за счет повышения энтропии окружающей среды. Феномен возникновения жизни, внешне противоречащий началам термодинамики, находит объяснение с точки зрения явления самоорганизации – формирования упорядоченных структур при сообщении элементам самоорганизующейся системы некоторого количества энергии.

Согласно общепринятой теории происхождения жизни, на ранних этапах эволюции земли органические молекулы синтезировались из неорганических – метана, аммиака, углекислого газа и воды при сообщении им некоторой энергии, источником которой могли быть грозовые разряды, вулканическое тепло, солнечная радиация. Следующим этапом происхождения жизни была выработка механизмов матричного копирования структуры молекул, ставшая возможной благодаря возникновению ассоциаций между белками и нуклеиновыми кислотами. Дальнейшее развитие и усложнение жизни стало возможным благодаря возникновению мембранных структур и их объединению (симбиогенезу) с разделением функций между разными органеллами.

В качестве источника энергии первые организмы были хемотрофами – использовали энергию химических связей других молекул, поглощая их через поверхность. Обеднение растворов органическими соединениями привело к необходимости «поиска» других источников энергии. Выработка механизма фотосинтеза позволила активно использовать энергию солнечного излучения и привела к накоплению кислорода в воде и атмосфере. Следствием этого стало возникновение аэробного метаболизма, имеющего значительно больший энергетический выход, чем любой анаэробный процесс. Аэробные организмы стали более подвижными, произошло разделение на автотрофы и гетеротрофов. С появлением первых хищников можно говорить о возникновении экосистем. Выработка защитных структур (экзоскелетов) стала мощным толчком к увеличению разнообразия органического мира и дала начало палеонтологическим летописям.

Дискуссионный семинар «Теории происхождения жизни»

- Креационизм.
- Панспермия.
- Биопозз.

После ознакомления с основными теориями происхождения жизни в ходе самостоятельной работы обучающимся предлагается в дискуссионной форме отстаивать свою точку зрения о происхождении жизни на Земле.

Рекомендуемая литература

1. Шноль, С.Э. Физико-химические факторы биологической эволюции. – Наука, 1979.
2. Шрёдингер, Э. Что такое жизнь с точки зрения физики? – Римис, 2009.
3. Брода, Э. Эволюция биоэнергетических процессов. – 1978.
4. Кашин, В. Философия наук о живой природе. – Litres, 2016.
5. Вернадский, В. И. Биосфера. – 1967.
6. Эйттенборо, Д. Первая жизнь. Цикл документальных фильмов. BBC.
<https://yandex.ru/video/preview/7202376778287419059>

3. БИОКОСНЫЕ ТЕЛА БИОСФЕРЫ

Цель. Ознакомить учащихся с физико-химическим составом биосферы и потоком веществ в ней.

Вопросы:

1. Атмосфера, гидросфера, литосфера как оболочки земли.
2. Почва.
3. Химизм биосферы и биогеохимические циклы.
4. Биологические круговороты.

В буквальном переводе термин «*биосфера*» обозначает сферу жизни и в таком смысле он впервые был введен в науку в 1875 г. австрийским геологом и палеонтологом Эдуардом Зюссом. *Биосфера* – это «область жизни» на поверхности земного шара, в которой распространены живые существа. Это понимание биосферы как совокупности всех живых и неживых организмов на Земле. Ученик Докучаева, создателя учения о почвах, В.И. Вернадский, изучавший взаимодействие живых и неживых систем, выдвинул принцип неразрывной связи живого и неживого, переосмыслив понятие биосферы. Он понимал биосферу как сферу единства живого и неживого.

Биосфера охватывает нижнюю часть *атмосферы*, *гидросферу* и верхнюю часть *литосферы*.

Атмосфера – наиболее легкая оболочка Земли, которая граничит с космическим пространством; через атмосферу осуществляется обмен вещества и энергии с космосом.

Тропосфера – нижний слой, примыкающий к поверхности Земли (высота 9-17 км). В нем сосредоточено около 80% газового состава атмосферы и весь водяной пар. Преобладающие элементы химического состава атмосферы: N₂ (78%), O₂ (21%), CO₂ (0,03%).

Гидросфера – водная оболочка Земли. Вследствие высокой подвижности

вода проникает повсеместно в различные природные образования, даже наиболее чистые атмосферные воды содержат от 10 до 50 мг/л растворенных веществ.

Преобладающие элементы химического состава гидросферы: Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- , S, C. Концентрация того или иного элемента в воде еще ничего не говорит о том, насколько он важен для растительных и животных организмов, обитающих в ней. В этом отношении ведущая роль принадлежит N, P, Si, которые усваиваются живыми организмами. Главной особенностью океанической воды является то, что основные ионы характеризуются постоянным соотношением во всем объеме Мирового океана.

Литосфера – внешняя твердая оболочка Земли, состоящая из осадочных и магматических пород. В настоящее время земной корой принято считать верхний слой твердого тела планеты, расположенный выше сейсмической границы Моховичича. Поверхностный слой литосферы, в котором осуществляется взаимодействие живой материи с минеральной (неорганической), представляет собой почву. Остатки организмов после разложения переходят в гумус (плодородную часть почвы). Составными частями почвы служат минералы, органические вещества, живые организмы, вода, газы.

Преобладающие элементы химического состава литосферы: O, Si, Al, Fe, Ca, Mg, Na, K. Ведущую роль выполняет кислород, на долю которого приходится половина массы земной коры и 92% ее объема, однако кислород прочно связан с другими элементами в главных породообразующих минералах.

Современная биосфера, согласно В.И. Вернадскому состоит из нескольких классов веществ – живое, неживое, биокосное, биогенное, космическое. Косным веществом является литосфера, первичная кора выветривания и неорганические компоненты биокосных сред – почвы, воды и воздуха.

Границы биосферы простираются до самых глубоких впадин в океане (свыше 11 км) и на несколько километров – на суше. Органическое вещество и живые организмы обнаруживаются в глубоких трещинах земной коры и в массивах биогенных полезных ископаемых.

Живые организмы имеют широкий диапазон толерантности к действию

низких и высоких температур, влажности, солености, действию жесткого радиационного излучения. Благодаря этому современная жизнь является явлением планетарного масштаба.

Колоссальную роль живое вещество играет в круговороте вещества и энергии. Органическое вещество, образующееся в процессе фотосинтеза и трансформируемое консументами и редуцентами либо циркулирует в обменном фонде, возвращаясь после деструкции в растения, либо выпадает из круговорота, формируя резервный фонд, нахождение в котором может растягиваться на очень длительное даже по геологическим масштабам время.

На дне океана мормасса формирует осадочные породы, сформированные кремниевыми и известковыми скелетами животных, ее органический компонент трансформируется в горючие полезные ископаемые. На суше выпавшая из круговорота мормасса превращается в почву, илы, торфы и другие осадочные породы, депонируется при глобальных похолоданиях в вечной мерзлоте. Большую роль в ускорении круговорота веществ играет человек.

Темы докладов:

1. Литосфера.
2. Гидросфера.
3. Атмосфера.
4. Почва.
5. Живое вещество.
6. Биогенные элементы биосферы.
7. Экстремальные условия и адаптации, обитающих в их животных.
8. Перенос вещества.

Рекомендуемая литература

1. Стебаев, И. В., Пивоварова, Ж. Ф., Смоляков, Б. С., & Неделькина, С. В. (1993). Общая биогеосистемная экология.
2. Незавитин, А. Г., Наплекова, Н. Н., Ермаков, Л. Н., Таран, И., Новиков, Е.А.

(2010). Экология и правовые основы рационального природопользования. ЭКОЛОГИЯ, 67(119).

3. Риклефс Р. Основы общей экологии. – Мир, 1979.

4. ЖИВОЕ ВЕЩЕСТВО БИОСФЕРЫ

Цель. Рассмотреть царства живого мира, их происхождение и биосферную роль. Оценить биоразнообразие внутри каждого царства, вклад в потоки вещества и энергии. Повторить и закрепить понятия валовой и чистой продукции, вспомнить основные компоненты трофических цепей. Рассмотреть распределение живого вещества по земному шару.

Вопросы:

1. Царства живого.
2. Развитие жизни.
3. Биомасса и ее распределение в биосфере.
4. Продукция.
5. Перенос энергии.
6. Трофические цепи.
7. Основные биомы земли.
8. Понятие биоразнообразия.

В ходе опроса обучающихся предполагается повторить и систематизировать знания, полученные при изучении курсов зоология и ботаника, а также курса «Экология» при прохождении темы «поток вещества и энергии».

Предполагается ознакомиться с основными этапами развития биосферы – протерозоем и фанерозоем, рассмотреть основные геологические эпохи земли, особенности климата и характеристические группы организмов. Проанализировать условия и причины их происхождения и (для ископаемых) вымирания. Оценить роль тектоники плит и глобальных климатических процессов в формировании современных ареалов растений и животных.

В ходе занятия будут рассмотрены основные биомы земли с точки зрения их географического положения, обеспеченности осадками и инсоляцией, с учетом географической широты местности. Проанализирована их первичная и вторичная

продуктивность, рассмотрены основные экологические гильдии продуцентов и консументов.

Темы докладов:

1. Тундры и арктические пустыни.
2. Тайга.
3. Лиственные леса умеренных широт.
4. Лесостепи.
5. Степи.
6. Пустыни.
7. Саванны.
8. Субтропики.
9. Экваториальные леса.
10. Мангровая растительность.
11. Коралловые рифы.
12. Открытый океан.

Рекомендуемая литература

1. Стебаев, И. В., Пивоварова, Ж. Ф., Смоляков, Б. С., & Неделькина, С. В. (1993). Общая биогеосистемная экология.
2. Незавитин, А. Г., Наплекова, Н. Н., Ердаков, Л. Н., Таран, И., Новиков, Е.А. (2010). Экология и правовые основы рационального природопользования. ЭКОЛОГИЯ, 67(119).
3. Риклефс, Р. Основы общей экологии. – Мир, 1979.
4. Пианка, Э. Эволюционная экология. – 1981.

5. ГЛОБАЛЬНЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

Цель. Рассмотреть глобальные геоклиматические процессы и выяснить их роль в формировании климата в разных частях Земли. На основе текущих темпов естественной карбоновой эмиссии оценить вероятность и последствия развития «парникового эффекта».

Вопросы:

1. Движение воздушных масс над океанами и на суше.
2. Климатические осцилляторы и их влияние на локальные погодные условия.
3. Вулканическая активность.
4. Природные катаклизмы и их влияние на климат.
5. Исторический аспект геоклиматических процессов.

Изменчивость климата Земного шара определяется комплексом космических и геологических факторов.

Помимо разной степени прогревания воздуха в разных широтах, определяющего чередование зон высокого и наклона земной оси как фактора сезонности климата, важное значение в климатологии имеет вращение Земли следствием которого является образование циклональных потоков, имеющих разное направление в северном и южном полушариях. С этим же связано и направление теплых и холодных океанических течений, определяющее климат не только в прибрежных районах, но (при отсутствии серьезных преград для движения воздушных масс), и на большом удалении от побережий. Так, на юге Западной Сибири климат в зимний период определяется чередованием Атлантических и арктических воздушных масс, несущих соответственно влажный теплый или холодный и сухой воздух.

Аналогичные климатические градиенты наблюдаются на всех континентах. В глобальном масштабе климатические колебания в большинстве районов (за исключением резко-континентального климата центральных материковых областей,

защищенных от океанических влияний горными массивами), определяется действием нескольких климатических осцилляторов: Северо-Атлантического (NAO) и Биенального в северном полушарии и Эль-Ниньо – в южном. Сочетанная деятельность этих осцилляторов, каждый из которых имеет свою собственную периодичность определяет глобальные короткомасштабные климатические циклы.

Другой мощной климатообразующей силой является вулканическая активность, также имеющая циклический характер. Во время извержений вулканов выбрасывается значительное число газообразных и твердых частиц, влияющих как на химический состав атмосферы, так и на ее проницаемость для солнечных лучей. Мощное извержение вулкана, вызвавшее продолжительное понижение температуры в глобальном масштабе рассматривается в качестве одной из основных причин вымирания динозавров. Вклад вулканической деятельности в карбоновую эмиссию имеет значительно большие масштабы, чем вся агропромышленная деятельность человека.

Сочетание вулканической активности, выброса в атмосферу побочных продуктов метаболизма животных и растений и дрейф материков определяли изменения климата на протяжении всего времени существования жизни – вызывая чередование периодов оледенения и потепления климата.

Текущий контроль

На семинарском занятии планируется тестирование по теме «Глобальные климатические процессы». Тест включает в себя 20 вопросов с вариантами ответов. Для успешного прохождения теста необходимо правильно ответить на 10 вопросов и более. Оценка знаний производится по пятибалльной шкале: 50-69% – 3 балла, 70-89% – 4 балла, 90-100% – 5 баллов. Менее 50% правильных ответов – не зачтено.

Рекомендуемая литература

1. *Августа, И. З. Буриан.* По путям развития жизни. – 1959.
2. Окаменелости, минералы, метеориты. <https://paleohunters.ru/>

3. Троян, П. Экологическая биоклиматология. – 1988.
4. Израэль, Ю. А., Семенов С. М., Хачатуров М. А. Биоклиматология и актуальные проблемы оценки последствия глобального изменения климата для экосистем суши //Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – 1992. – Т. 14. – С. 8-20.

6. СТРУКТУРНАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ БИОСФЕРЫ И БИОСФЕРНЫЕ МОДЕЛИ

***Цель.** Рассмотреть структурирование биосферы в эко-географических градиентах и временную динамику экосистем.*

Вопросы:

1. Вертикальная и меридиональная зональность.
2. Ландшафтная структура биогеоценозов.
3. Стратификационно-ярусная модель.
4. Стоково-обменная модель.
5. Динамика биогеосистем.
6. Автоколебательные процессы и сукцессии.

Неоднородность биосферы в пространстве и во времени дает возможность для выделения отдельных структурных единиц. Помимо глобальной зональности, обусловленной инсоляцией, коэффициентом отражения (альбедо) солнечных лучей от земной поверхности и распределением влаги, структурные элементы биосферы – ландшафты, формируются за счет неоднородностей рельефа, наличия водоемов и направления течения рек. В горной местности важнейшими ландшафтообразующими факторами являются экспозиция склона, его крутизна и высота над уровнем моря. В совокупности эти факторы формируют высотную поясность, аналогичную зональной (от типичного зонального биома до тундр и арктической пустыни).

Тип ландшафта, присущие ему диапазон температур и влажности, в сочетании со структурой и химическим составом первичной коры выветривания, определяют формирование того или иного биоценоза.

Внутри любого биоценоза отчетливо прослеживается горизонтальная (мозаичность) и вертикальная (ярусность) неоднородность его элементов.

Стратификационно-ярусная модель биоценоза рассматривает биоценоз как

совокупность горизонтальных слоев – от атмосферы до почвы, каждый из которых характеризуется определенным набором свойств (химический состав, температурный режим, влажность, движение атмосферы и т.п.) и тесным взаимодействием с выше – и нижележащими слоями, выражающимся в вертикальных потоках вещества и энергии. Аналогичная стратификация разработана и для водных экосистем.

Помимо мозаичности, обусловленной закономерной ориентацией видов относительно элементов ландшафта или особей вида – эдификатора (парцеллярная структура фитоценоза), горизонтальная неоднородность ландшафта связана с током вод, обусловленным рельефом земной поверхности. В каждой точке речного или бессточного озерного бассейна, от водораздела до дельты, складываются уникальные условия, связанные с преобладанием элювиальных или аккумулятивных процессов. Совокупность рельефных элементов речной долины формирует единый ландшафтный профиль – катену. Стоково-обменные процессы на каждом из ее участков определяют возможность формирования того или иного биоценоза и его временную динамику.

Непрерывное движение химических элементов, обусловленное биотическим и абиотическим круговоротом, вынос и аккумуляция органических и неорганических веществ в физико-географических градиентах приводят к обратимым или необратимым изменениям в экосистемах. В этих изменениях, не зависимо от вызывающих их причин, прослеживаются общие закономерности, обусловленные сменой растительного покрова и животного населения. Последовательные и закономерные временные изменения экосистем называются **экологическими сукцессиями**.

Наиболее распространены и хорошо изучены такие типы сукцессий как скальная (освоение материнской породы в процессе формирования первичной коры выветривания), гаревая (зарастание гарей и вырубок), заболачивание озер.

Характерным свойством сукцессий является закономерное чередование стадий, каждая из которых представлена специфичным набором видов, относящихся к различным жизненным формам. Конечной стадией сукцессии является климакс,

в ходе которого устойчивость экосистемы постепенно снижается, что может привести к возвращению к начальной стадии сукцессии.

Помимо необратимых (или достаточно продолжительных изменений, не имеющих выраженного периодического характера), в большинстве биоценозов наблюдаются периодические колебания, обусловленные внешними или внутренними причинами. Внешними источниками колебаний чаще всего являются изменения климата, обусловленные колебаниями солнечной или вулканической активности, геофизическими причинами. Адаптация живых организмов к этим изменениям, выражающаяся в развитии компенсаторных реакций, приводит к генерации автономных колебательных процессов, обусловленных внутри- или межвидовыми взаимодействиями.

Темы докладов:

1. Мозаичность и ярусность лесных и степных экосистем.
2. Вертикальная зональность в океанах и в пресных водоемах.
3. Экотоны.
4. Структура бассейна.
5. Особенности биоценозов на разных участках катены.
6. Растительный и животный мир островов и побережий и его экологическое своеобразие.
7. Скальные, вырубочные и гаревые сукцессии.
8. Заращение водоемов.
9. Взаимоотношения в системе «хищник – жертва».
10. Популяционная авторегуляция.

Рекомендуемая литература

1. Шилов, И. А. Экология. – 2020.
2. Стебаев, И. В., Пивоварова, Ж. Ф., Смоляков, Б. С., & Неделькина, С. В. (1993). Общая биогеосистемная экология.
3. Пианка, Э. Эволюционная экология. – 1981.

4. Каплин, П. А., Леонтьев, О. К., Лукьянова, С. А., & Никифоров, Л. Г.
(1991). Берега. Мысль.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. Физические и кибернетические основы функционирования живых систем...	5
2. Биосфера и ее компоненты.....	8
3. Биокосные тела биосферы.....	10
4. Живое вещество биосферы.....	14
5. Глобальные климатические процессы.....	16
6. Структурная неоднородность биосферы и биосферные модели.....	19

Новиков Евгений Анатольевич

БИОГЕОСИСТЕМНАЯ ЭКОЛОГИЯ

Методические указания для практических занятий

Печатается в авторской редакции
Оператор электронной верстки Н.Е. Карачева

Подписано в печать _____ г.
Формат 60×84 1 /16. Объем ____ уч.-изд. л., 1,5 усл. печ. л.
Тираж ____ экз. Изд. № ____ . Заказ № ____ .

Отпечатано в Издательском центре «Золотой колос»
630039, РФ, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, офис 106
Тел. факс (383) 267-09-10. E-mail: 2134539@mail.ru